

Der Systemic Risk Monitor: Ein Modell zur systemischen Risikoanalyse und zur Durchführung von Stresstests für Bankensysteme¹

Michael Boss,
Gerald Krenn,
Claus Puhr,
Martin Summer

Seit 2002 verfolgt die Oesterreichische Nationalbank (OeNB) mehrere parallele Projekte zur Entwicklung moderner Analyseinstrumente zur Einschätzung der Finanzmarktstabilität auf Systemebene, zur Offsite-Analyse im Rahmen der Bankenaufsicht und zur Analyse aufsichtlicher Meldedaten. Diese Projekte stützen sich auf die Expertise der OeNB bei der Analyse und Forschung im finanzwirtschaftlichen Bereich sowie auf das Know-how der österreichischen Finanzmarktaufsicht (FMA) und die Resultate wissenschaftlicher Forschung. Ein Ergebnis dieses Zusammenwirkens ist der Systemic Risk Monitor (SRM), ein Modell zur Analyse von Daten aus der Bankenaufsicht und der Großkreditevidenz der OeNB im Rahmen eines integrierten quantitativen Risikomanagementansatzes. Ziel ist die quartalsweise Einschätzung des systemischen Risikos im österreichischen Bankensystem. Darüber hinaus wird der SRM für regelmäßige Stresstests verwendet. Die vorliegende Studie präsentiert die Grundkonzepte des SRM und bietet einige Beispiele für die praktische Anwendung dieses Instruments bei der Auswertung eines aktuellen Datensatzes für Österreich.

1 Einleitung

Die vorrangige Aufgabe einer Zentralbank besteht in der Erreichung und Sicherung von Preisstabilität. Eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Erfüllung dieser Aufgabe ist die Aufrechterhaltung und Sicherung von Finanzmarktstabilität. Auf institutioneller Ebene begegnete man diesen eng miteinander verflochtenen Aufgaben bis in die jüngste Vergangenheit dadurch, dass der Zentralbank die Verantwortung für die Bankenaufsicht übertragen wurde. Dem Beispiel des Vereinigten Königreichs folgend hat man in den letzten Jahren in vielen Ländern (darunter auch in Österreich) neu geschaffene Aufsichtsbehörden mit der Bankenaufsicht betraut. Die Sicherung und Wahrung der systemischen Finanzmarktstabilität obliegt jedoch weiterhin den Zentralbanken. Aufgrund dieser institutionellen Entwicklungen ergibt sich für die Noten-

banken immer mehr die Frage, inwiefern sie Finanzmarktstabilität gewährleisten können, ohne die Letztverantwortung für die Bankenaufsicht zu haben.

Seit 2002 verfolgt die Oesterreichische Nationalbank (OeNB) mehrere parallele Projekte zur Entwicklung moderner Analyseinstrumente zur Einschätzung der Finanzmarktstabilität auf Systemebene und zur Offsite-Analyse im Rahmen der Bankenaufsicht. Diese Projekte stützen sich auf die Expertise der OeNB bei der Analyse und Forschung im Finanzbereich sowie auf die Erfahrungen der Universität Wien, der Fachhochschule Vorarlberg, der Technischen Universität Wien und der österreichischen Finanzmarktaufsicht (FMA) (siehe OeNB und FMA, 2005).

Ein Ergebnis dieser institutionenübergreifenden Zusammenarbeit ist der Systemic Risk Monitor (SRM),

¹ Übersetzung aus dem Englischen.

ein Modell zur Analyse von Daten aus der Bankenaufsicht und der bei der OeNB geführten Großkreditevidenz im Rahmen eines integrierten quantitativen Risikomanagementansatzes. Zweck des SRM ist die quartalsweise Einschätzung des systemischen Risikos im österreichischen Bankensystem. Darüber hinaus wird der SRM für regelmäßige Stresstests verwendet.

1.1 Überblick über das SRM-Modell

Das SRM-Modell beruht auf der Kombination von Standardtechniken aus dem Bereich des modernen quantitativen Markt- und Kreditrisikomanagements mit einem Netzwerkmodell des Bankensystems. Im Unterschied zu den Standardmodellen für das Risikomanagement befasst sich der SRM nicht nur mit einzelnen Banken, sondern vorrangig mit Untersuchungen auf Systemebene. Dieser Schritt ist eine große Herausforderung, die jedes Modell, das die Analyse des systemischen Risikos zum Inhalt hat, bewältigen muss. Die beiden Hauptgründe für simultane finanzielle Probleme von Banken sind nur auf Systemebene erkennbar: korrelierte Risikoexponierungen und Finanzverflechtungen. Diese Risikopotenziale und die damit verbundenen finanziellen Verluste bilden den Schwerpunkt in der Analyse der systemischen Finanzmarktstabilität.

Es wurde bewusst darauf verzichtet, dem Modell eine Theorie ökonomischer Verhaltensweisen zugrunde zu legen. Statt dessen wird untersucht, welche Folgen sich aus der Kombination einer gegebenen Struktur von Forderungen und Verbindlichkeiten mit realistischen Schockszenarien für Probleme im Bankensystem ergeben. Das Modell ist so angelegt, dass vorhandene Datenquellen

genutzt werden können. Obwohl diese Quellen nicht ideal sind, zeigt unser Ansatz, dass die verfügbaren Daten eine Grundlage für die Untersuchung der Finanzmarktstabilität auf Systemebene bilden und quantitative Einschätzungen derselben sowie des systemischen Risikos erlauben.

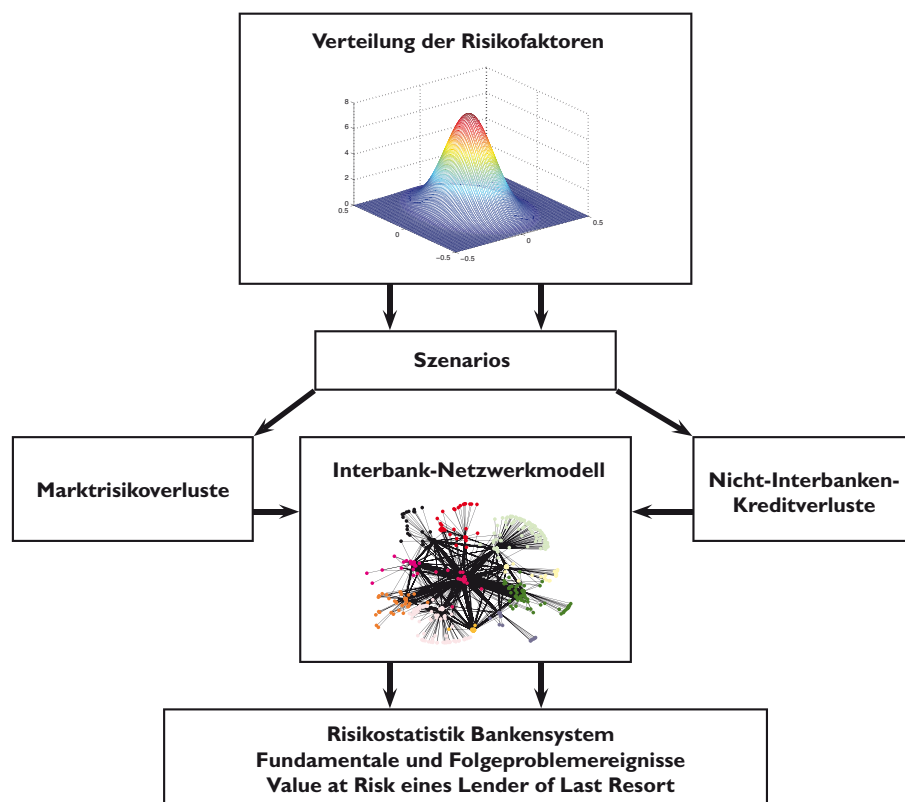
1.2 Weitere Forschungsarbeiten zu diesem Thema

Der SRM bedient sich umfangreicher aktueller Literaturquellen, in denen Fragen des Risikomanagements und der Risikoüberwachung für Banken und Versicherungsgesellschaften behandelt werden (ein Überblick findet sich in McNeil et al. 2005). Die wichtigste methodische Neuerung beim SRM besteht in der Änderung der Perspektive, d. h. einer Verschiebung von der Einzelinstitutsebene hin zur Systemebene; in diesem Bereich spielt der SRM somit eine Vorreiterrolle. Der SRM stützt sich hauptsächlich auf Forschungsarbeiten von Elsinger et al. (2006b) sowie Boss (2002). Die vorliegende Studie präsentiert die Grundkonzepte des SRM und zeigt einige Beispiele für die praktische Anwendung dieses Instruments bei der Auswertung eines aktuellen Datensatzes für Österreich. An technischen Details interessierte Leser werden auf die Modelldokumentation verwiesen, die von den Autoren auf Anforderung gern zugesandt wird (siehe Boss et al. 2006).

2 Das SRM-Modell

Die Grundstruktur des SRM-Modells lässt sich intuitiv am besten durch eine einfache Grafik veranschaulichen, in der die einzelnen Modellkomponenten und ihre Zusammenhänge dargestellt sind. Dieser modulare Aufbau des SRM ist in Grafik 1 skizziert.

Die Grundstruktur des SRM¹



Quelle: OeNB.

¹ Die Kundenportfolios der Banken sind Schocks ausgesetzt, die sich durch Ziehungen aus der multivariaten Verteilung der Änderungen von Markt- und Kreditrisikofaktoren ergeben. Der Wert der Interbankenpositionen wird endogen durch das Netzwerkmodell und einen Clearingmechanismus bestimmt, der nach dem Eintreten der Schocks alle wechselseitigen finanziellen Forderungen ex post konsistent macht. Durch das Clearing können potenzielle Problembanken identifiziert und Risikostatistiken berechnet werden.

Bei der Interpretation dieser Grafik beginnt man am besten auf der mittleren Ebene mit den drei Feldern *Markttrisikoverluste*, *Interbank-Netzwerkmodell* und *Nicht-Interbanken-Kreditverluste*.

Der SRM beschreibt das österreichische Bankensystem jeweils zu Quartalsende als ein System von Portfolios. Dabei ist jedes Portfolio jeweils einer Bank zugeordnet und umfasst typischerweise Wertpapiere wie in- und ausländische Aktien oder Anleihen (siehe *Markttrisikoverluste*), Kredite an Unternehmen und private Haushalte (siehe *Nicht-Interbanken-Kreditverluste*) sowie Interbankenposi-

tionen (siehe *Interbank-Netzwerkmodell*).

Der Wert jedes Portfolios lässt sich aus den am Quartalsende erhobenen Daten ableiten. Bei den Portfoliowerten für das nächstfolgende Quartal (rund 60 Börsentage) handelt es sich um Zufallsvariablen. Folglich unterliegt die Differenz zwischen den Portfoliowerten am Erfassungstag und den entsprechenden Werten im Folgequartal (also den Gewinnen und Verlusten des Bankensystems) einer gewissen Unsicherheit. Unsere Aufmerksamkeit gilt der Verteilung dieser Gewinne und Verluste.

Wir wenden eine übliche Praxis aus dem Bereich des Risikomanagements an, indem wir künftige Portfoliowerte als Funktion der Zeit sowie der Risikofaktoren ansehen. Risikofaktoren sind Marktpreise, die die Portfoliowerte bestimmen, etwa Aktienmarktindizes, Zinssätze und Wechselkurse sowie makroökonomische Variablen, die Einfluss auf die Qualität von Kreditportfolios haben. Zur Analyse der Verteilung der Portfoliogewinne und -verluste im Bankensystem muss man die Verteilung der *Risikofaktoränderungen* spezifizieren. Sämtliche Modellierungsschritte sowie die praktischen Herausforderungen in Zusammenhang mit dem SRM beziehen sich darauf, wie die Funktionsbeziehung zwischen Risikofaktoränderungen und Portfolioverlusten im Einzelnen beschrieben wird.

Das oberste Feld von Grafik 1 symbolisiert die Verteilung einer multivariaten Risikofaktoränderung. Im SRM wird eine solche Verteilung vierteljährlich auf der Basis von beobachteten Veränderungen der Marktpreise und jener makroökonomischen Variablen geschätzt, die Einfluss auf die Ausfallwahrscheinlichkeiten der Kreditnehmer haben.

Im Rahmen der Modellierungsstrategie werden die marginalen Risikofaktorverteilungen und die Abhängigkeitsstruktur separat behandelt. Die Auswahl der Marginalverteilungen erfolgt auf der Grundlage statistischer Tests. Dabei wird für jeden Risikofaktor ein Modell gewählt, das über einen dreimonatigen Zeithorizont die beste Out-of-Sample-Dichteprognose für die Veränderungen der einzelnen Risikofaktoren ermöglicht. Die Abhängigkeit wird durch eine *grouped t-copula* modelliert. Zusammengefasst beschreiben die Marginalverteilungen und die Kopula die

multivariate Verteilung der Risikofaktoränderungen.

Zur Simulation einzelner Szenarien werden aus dieser multivariaten Verteilung Vektoren der Risikofaktoränderungen gezogen. Jeder aus der multivariaten Verteilung gezogene Vektor charakterisiert ein Szenario (siehe *Szenarien*). Auf Systemebene werden diese Szenarien dann in zwei Schritten in Gewinne und Verluste umgerechnet. In einem ersten Schritt wird jedes Szenario im Hinblick auf seinen Einfluss auf den Marktwert und die Kreditpositionen aus dem Geschäft mit Nichtbanken analysiert. Im zweiten Schritt werden diese Positionen mit dem Netzwerkmodell kombiniert, das grundsätzlich überprüft, ob angesichts der Gewinne und Verluste aus den Portfoliopositionen sowie des Kapitals der Banken die Fähigkeit zur Erfüllung der finanziellen Verpflichtungen aus den Interbankenbeziehungen besteht. Das Netzwerkmodell fasst somit alle Finanzpositionen und das Bankkapital in einem Gesamtsystem von Banknettowerten zusammen. Zu diesem Zweck wird ein Clearingverfahren angewendet, mit dem sich für jedes Szenario das endgültige System von Banknettowerten ermitteln lässt. Durch die Simulation vieler Szenarien ergibt sich eine Verteilung von Problemereignissen bzw. von Gewinnen und Verlusten, anhand derer sich die Wahrscheinlichkeit von Problemereignissen innerhalb eines Dreimonatshorizonts ermitteln lässt.

Die Verluste aus dem Marktrisiko und dem Risiko im Kreditgeschäft mit Nichtbanken werden durch zwei Submodelle – ein Markt- und ein Kreditrisikomodell – ermittelt, die Szenarien für verschiedene Risikofaktoränderungen jeweils in Gewinne bzw. Verluste umwandeln.

Bei marktfähigen Wertpapieren ist die Situation relativ einfach. Die im Rahmen der Bankenaufsicht erhobenen Daten ermöglichen eine grobe Rekonstruktion der Positionen der Wertpapiere zu Marktwerten. Diese Darstellung ist deshalb nur ungenau, weil die einzelnen Aktien in österreichische und ausländische Aktien zusammengefasst und Zinsinstrumente und währungssensitive Wertpapiere in breiten Fälligkeits- und Währungsbändern abgebildet werden. Betrachten wir beispielsweise ein simples Aktienportfolio aus österreichischen und ausländischen Aktien, dann handelt es sich bei den Risikofaktoränderungen um logarithmische Veränderungen im österreichischen und in einem ausländischen Aktienkursindex. Zur Berechnung der Gewinne oder Verluste aus den Aktienportfolios kann eine linearisierte Annäherung der Verlustfunktion verwendet werden, wobei einfach die Positionswerte mit den Risikofaktoränderungen zu multiplizieren sind. Bei zins- und währungssensitiven Positionen lassen sich die Gewinne und Verluste gleichermaßen aus den linearisierten Positionswerten und den relevanten Risikofaktoränderungen ermitteln, wobei es sich bei Letzteren um Veränderungen in unterschiedlichen Wechselkursen bzw. um Zinsänderungen bei unterschiedlichen Laufzeiten und Währungen handelt.

Bei Krediten an Nichtbanken ist die Situation nicht so einfach, weil eine direkte Bewertung von Krediten in Abhängigkeit von den gewählten Risikofaktoren nicht möglich ist. Die Ausfälle bei Krediten in bestimmten Industriebranchen (nach denen Kredite im SRM aufgegliedert werden) hängen hauptsächlich von Risikofaktoren ab, die die gesamte Wirtschaftslage charakterisieren. Aufgrund der

diskreten Natur der Ausfallereignisse (ein Schuldner kann ausfallen oder nicht) sind die linearisierten Verluste für die Analyse des Kreditrisikos von geringer Bedeutung. Deshalb verwendet der SRM zur Berechnung der Verluste aus Kreditportfolios ein Kreditrisikomodell. Dieses Kreditrisikomodell basiert auf Credit Risk+ (siehe Credit Suisse, 1997) und wurde so adaptiert, dass es explizit die Abhängigkeit der Ausfallquote vom Zustand der Makroökonomie berücksichtigt. Der Grundgedanke dabei ist, dass die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls eines Kredits in einer bestimmten Branche, z. B. im Bauwesen, von einer Reihe makroökonomischer Variablen abhängt, und zwar entsprechend einer Funktion, deren Parameter statistisch auf Grundlage historischer Daten geschätzt werden. Bei einer Realisierung der makroökonomischen Variablen und der impliziten Ausfallwahrscheinlichkeit in den verschiedenen Sektoren wird davon ausgegangen, dass Kreditausfälle bedingt unabhängig sind. Ausgehend von dieser Grundannahme lässt sich für jede Bank und jede Realisierung der Änderung der makroökonomischen Risikofaktoren eine Kreditausfallverteilung ableiten. Die Kreditausfälle werden dann durch unabhängige Ziehungen aus diesen Kreditverlustverteilungen berechnet.

Diese Darstellung macht die grundsätzliche Modellierungsstrategie, die im SRM gewählt wurde, deutlich. Im Einklang mit der Fachliteratur zum Risikomanagement einzelner Institute wird eine bestimmte Grundgesamtheit an Portfolios zum Beobachtungszeitpunkt analysiert. Dabei wird angenommen, dass der Wert des Portfolios vollständig durch die Risikofaktoren bestimmt ist und sämtliche verhaltensbezogenen Aspekte

unberücksichtigt bleiben. Je länger der zu berücksichtigende Zeithorizont, desto problematischer ist eine solche Grundannahme. In unserem Ansatz verfolgen wir eine integrierte Analyse von Portfoliositionen. Die Portfolios umfassen in der Regel sowohl Positionen, die sich leicht verändern lassen als auch solche, die selbst in einem Zeithorizont von 60 Börsentagen wesentlich schwieriger zu verändern sind. Wir stellen also folgende Frage: Welchen Einfluss haben die zukünftigen Realisierungen von Risikofaktoren unter Berücksichtigung der beobachteten Portfoliositionen auf die zukünftigen Portfoliowerte? Ausgehend von dieser Fragestellung kann eine Aussage über das dem Bankensystem zum aktuellen Zeitpunkt inhärente Risiko getroffen werden.

2.1 Verwendung des SRM zur Analyse der Finanzmarktstabilität

Bei der Untersuchung des Simulationsergebnisses wenden wir vier grundlegende Risikokonzepte an:

- 1) Analyse von fundamentalen Problemereignissen und Folgeproblemereignissen,
- 2) Analyse der Verteilung der Problemwahrscheinlichkeit nach Ratingklassen,
- 3) Analyse der kumulierten Verlustverteilungen,
- 4) Quantifizierung der Mittel, die ein Lender of Last Resort mobilisieren muss.

Das Netzwerkmodell ermöglicht die Unterscheidung zwischen Problemerkennissen, die direkt aus Veränderungen der Risikofaktoren resultieren, sowie Folgeproblemen, die indirekt durch Interbankbeziehungen entstehen. Probleme werden als „fundamental“ bezeichnet, wenn sie

direkt aus Risikofaktorbewegungen resultieren, und als Folgeereignis, wenn sie auf Interbankbeziehungen zurückzuführen sind. Neben der Analyse von fundamentalen Problemereignissen und Folgeproblemereignissen betrachten wir die Verteilung der simulierten Problemwahrscheinlichkeiten entsprechend den Ratingklassen der OeNB. Weiters wird die Verlustverteilung des aggregierten Bankensystems untersucht, sowohl über sämtliche Risikokategorien hinweg als auch für bestimmte Teilkomponenten wie Marktrisiko, Kreditrisiko und Ansteckungsrisiko. Abschließend wird versucht, die Mittel zu quantifizieren, die von einem Lender of Last Resort zur Verhinderung von Problemfällen zur Verfügung zu stellen sind.

2.2 Verwendung des SRM für Stresstests

Einer der Vorteile eines quantitativen Modells besteht darin, dass sich anhand eines solchen Modells hypothetische Situationen untersuchen lassen. Im Zusammenhang mit der Einschätzung des systemischen Risikos ist – in einer Art Gedankenexperiment – von besonderem Interesse, wie sich Risikomaße für das Bankensystem bei extremen Risikofaktoränderungen verhalten. Solche Gedankenexperimente werden als Stresstests bezeichnet. Der Systemic Risk Monitor bietet ein kohärentes System zur konsistenten Durchführung solcher Stresstests.

Bei einem Stresstest werden für einen oder mehrere Risikofaktoren Extremwerte angenommen, etwa ein bestimmter BIP-Rückgang oder eine starke Zinserhöhung. Da ein komplettes Modell der multivariaten Risikofaktorverteilung zur Verfügung steht, lässt sich eine Modellsimulation für den Fall durchführen, dass be-

stimmte Risikofaktoren ihre Extremwerte erreicht haben. Sodann können die Risikomaße, die sich aus dem Stresstest ergeben, mit jenen der Basissimulation verglichen werden. Der wichtigste Vorteil dieses Ansatzes ist die Konsistenz mit der Abhängigkeitsstruktur der Risikofaktoren und damit die Konsistenz mit dem quantitativen Modell. Dieser Ansatz wird auch von Elsinger et al. (2006a) sowie von Bonti et al. (2005) vertreten.

3 Daten

Die wichtigsten Datenquellen für den SRM sind die Bilanzdaten der Banken, die der OeNB im Monatsausweis (MAUS) gemeldeten Aufsichtsdaten und die Datenbank der Großkredit-evidenz (GKE) der OeNB. Darüber hinaus wurden die vom Kreditschutzverband von 1870 erfassten Ausfallhäufigkeiten in bestimmten Unternehmenbranchen sowie Finanzmarktdaten von Bloomberg und Datastream, makroökonomische Zeitreihen der OeNB und der OECD sowie die International Financial Statistics des IWF verwendet.

Die in Österreich tätigen Banken melden der OeNB monatlich Daten zur Geschäftsentwicklung. Zusätzlich zu den Bilanzdaten enthält der Monatsausweis umfangreiche weitere Daten, die für Aufsichtszwecke benötigt werden. Dazu gehören Angaben zur Eigenkapitalausstattung, zur Zinssensitivität von Krediten und Einlagen im Hinblick auf verschiedene Laufzeitkategorien und Währungen sowie zum Fremdwährungsrisiko in Bezug auf verschiedene Währungen.

Um durch Marktrisiko bedingte Schocks auf das Bankenkapital abzuschätzen, werden Fremdwährungs- und Aktienpositionen sowie Daten zu

zinssensitiven Instrumenten aus den MAUS-Meldungen einbezogen. Für jede Bank wird nur das Fremdwährungsrisiko gegenüber dem US-Dollar, dem japanischen Yen, dem Pfund Sterling und dem Schweizer Franken erfasst, da keine Bank aus unserem Sample zum Beobachtungszeitpunkt offene Positionen von mehr als 1 % der Bilanzsumme in einer anderen Währung meldete. Erfasst wird weiters die Exponierung gegenüber in- und ausländischen Aktien. Dieses Aktienkursrisiko entspricht dem Marktwert der in diesen Kategorien gehaltenen Nettopositionen. Angaben zur Exponierung gegenüber dem Zinsänderungsrisiko werden der Zinsrisikostatistik des Monatsausweises entnommen, die Auskunft über sämtliche zinssensitive bilanzwirksame und außerbilanzielle Forderungen und Verbindlichkeiten in Bezug auf 13 Laufzeitkategorien für den Euro, den US-Dollar, den japanischen Yen, das Pfund Sterling und den Schweizer Franken sowie für eine Restgruppe, die sämtliche übrigen Währungen umfasst, gibt. Auf Basis dieser Informationen werden die Nettopositionen in den relevanten Währungen (die Restgruppe wird vernachlässigt) berechnet, wobei vier verschiedene Laufzeitkategorien zur Anwendung kommen: bis zu sechs Monate, sechs Monate bis drei Jahre, drei bis sieben Jahre sowie mehr als sieben Jahre. Zur Bewertung der Nettopositionen innerhalb dieser Laufzeitkategorien dienen die Zinssätze für dreimonatige bzw. ein-, fünf- und zehnjährige Laufzeiten in den entsprechenden Währungen.

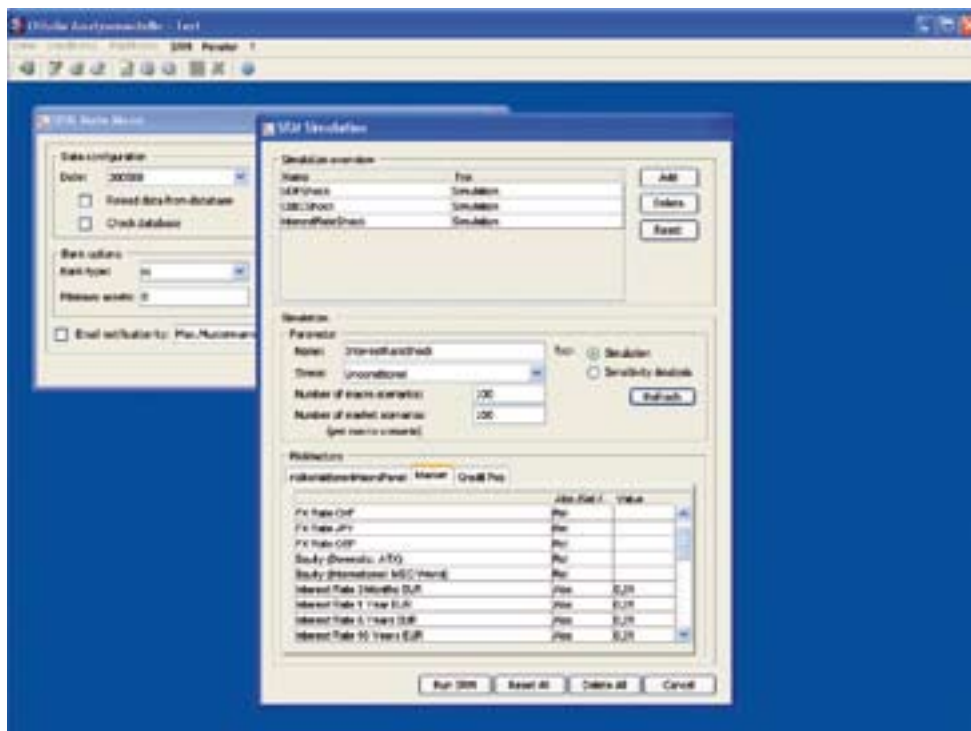
Darüber hinaus werden zur Analyse des Kreditrisikos zusätzlich zu den im MAUS verfügbaren Daten auch die Daten der Großkredit-evidenz herangezogen, die detaillierte

Informationen zu den Kreditportfolios der Banken gegenüber Nichtbanken liefern. Die Datenbank der Großkreditevidenz enthält Informationen zu sämtlichen Krediten an Einzelschuldner mit einem Volumen von mehr als 350.000 EUR.

Kredite an inländische Nichtbanken werden gemäß der NACE-Klassifizierung der Schuldner 13 unterschiedlichen Branchen zugewiesen (Grundstoffindustrie, Produktion, Energie, Bauwesen, Handel, Tourismus, Transport, Finanzdienstleistungen, öffentlicher Dienst, sonstige Dienstleistungen, Gesundheitswesen, Haushalte sowie ein Residualektor). Darüber hinaus werden ausländische Banken und Nichtbanken getrennt voneinander in Regionalsektoren unterteilt (Westeuropa, Zentral- und Osteuropa, Nordamerika, Lateinamerika und die Karibik, Naher Osten, Asien und Ferner Osten, Pazifischer Raum, Afrika und ein Residualektor), sodass sich insgesamt 18 ausländische Sektoren ergeben. Da nur Kredite oberhalb eines bestimmten Grenzwertes an die GKE gemeldet werden, werden an inländische Kunden vergebene Kredite, die unterhalb dieses Wertes liegen, dem Residualektor zugeordnet. Dies erfolgt auf Grundlage eines Teilberichts des MAUS, in dem die Anzahl der Kredite an inländische Nichtbanken aufgegliedert nach Volumenklassen angegeben wird. Für Kredite an ausländische Kreditnehmer steht keine vergleichbare Statistik zur Verfügung. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die meisten an ausländische Kunden vergebenen Kredite den Grenzwert von 350.000 EUR überschreiten. Das entsprechende Risiko von grenzüberschreitenden Krediten unter dieser Schwelle ist folglich vernachlässigbar.

Das Risiko, dem ein Einzelkredit an einen inländischen Kunden unterliegt, ist durch zwei Komponenten gekennzeichnet: das von der Bank an den betreffenden Kunden vergebene Rating und die Ausfallhäufigkeit der Branche, welcher der Kunde angehört. Das Rating der Bank wird an die GKE gemeldet und von der OeNB auf eine Master-Skala abgebildet, mit deren Hilfe sich jedem Kredit eine Ausfallwahrscheinlichkeit zuweisen lässt. Die Ausfallhäufigkeitsdaten werden von der österreichischen Gläubigerschutzorganisation Kreditschutzverband von 1870 (KSV) zur Verfügung gestellt. Die KSV-Datenbank enthält Zeitreihen auf Quartalsbasis zu Insolvenzen und Gesamtanzahl der Unternehmen in den meisten NACE-Branchen ab 1969. Zur Berechnung einer Zeitreihe der historisch beobachteten Ausfallhäufigkeiten der 13 Branchen dividiert man die Anzahl der Insolvenzen durch die Gesamtanzahl der Firmen pro Branche und Quartal. Die Zeitreihe der Ausfallhäufigkeiten wird unter Verwendung eines ökonomischen Modells durch makroökonomische Risikofaktoränderungen erklärt. Durch diese geschätzte Gleichung lassen sich makroökonomische Risikofaktoränderungen für jeden Industriesektor in Ausfallwahrscheinlichkeiten umwandeln. Diese Ausfallwahrscheinlichkeiten dienen als Input für das Kreditrisikomodell. Zur Erstellung von Insolvenzstatistiken für den privaten und den Residualektor, für die keine zuverlässigen Informationen zur Anzahl der Insolvenzen und zur Stichprobengröße zur Verfügung stehen, verwenden wir Durchschnittswerte der verfügbaren Daten. Für die ausländischen Sektoren werden die Ausfallwahrscheinlichkeiten als Durchschnittswerte entsprechend

Screenshot der SRM-Benutzeroberfläche



Quelle: OeNB.

den Ratings berechnet, die allen Kunden eines bestimmten Sektors von sämtlichen Banken zugeordnet werden.

4 Anwendungen

Die OeNB nutzt das SRM-Modell hauptsächlich für zwei Anwendungsbereiche: für die systemische Risikobewertung und für Stresstests. Bei der systemischen Risikobewertung wird jeweils zu Quartalsende, sobald sämtliche neue Daten vorliegen, eine Simulation vorgenommen, deren Ergebnis in einem Risikobericht besteht, in dem die genannten vier Risikomaße im Detail dargestellt werden. Bei den Stresstests wird mindestens ein Risikofaktor bewusst auf einen Extremwert gesetzt und die Simulation wird mit der resultierenden bedingten Verteilung der Risikofaktoränderungen durchgeführt. Sodann wird das Ergebnis dieser

Simulation mit der Basissimulation verglichen.

In der Praxis kann der SRM über eine Benutzerschnittstelle direkt vom PC des Anwenders aus aufgerufen werden. Die technische Lösung besteht in einer Java-Clientanwendung, mit der man bestimmte vordefinierte Simulationen (einschließlich einer Vielzahl regulärer Stresstests) ausführen und einzelne Simulationen parametrisieren kann. Die Parametrisierung bezieht sich auf den Zeitpunkt, für den die Simulation ausgeführt wird, die im Modell enthaltenen Daten sowie auf verschiedene Alternativen bei den Modellkomponenten und deren Einstellungen. Weiters können Stresstests bezüglich beliebiger Markt- und Kreditrisikofaktoren definiert werden. Die gewählten Parameter werden auf Datenbankebene gespeichert und in Konfi-

gurationsdateien geschrieben, die von der Anwendung zur Laufzeit gelesen werden. Die Modelle selbst sind in Matlab-Skriptsprache, Version 14.3, implementiert, einer Programmiersprache für technische Berechnungen, die ein objektorientiertes Instrumentarium zur Berücksichtigung verschiedener Modellkomponenten und zum Speichern komplexer Datensätze bietet. Zwar kann die SRM-Funktionalität über die Standard-Benutzeroberfläche von Matlab aufgerufen werden, in seiner Endanwender-Implementierung ist der Quellcode von SRM jedoch als C-Code kompiliert und wird über die SRM-Oberfläche aufgerufen. In jedem Fall werden die Ergebnisse für weitere Analysen in Microsoft Excel-Dateien geschrieben, die der SRM nach erfolgreichem Abschluss des Programmaufrufs als E-Mail-Anhang an den Analysten sendet. Grafik 2 zeigt einen Screenshot der Benutzeroberfläche.

4.1 Regelmäßige Analyse von Aufsichtsdaten und Stresstests

Der Systemic Risk Monitor soll zur regelmäßigen Analyse von Aufsichtsdaten im Hinblick auf Fragen des systemischen Risikos sowie darüber hinaus als Instrument zur Durchführung von Stresstests verwendet werden. An dieser Stelle soll anhand einiger Beispiele auf Grundlage einer kürzlich vorgenommenen Simulation für das letzte Quartal 2005 demonstriert werden, welche Ergebnisse der SRM liefert. Die Ergebnisse werden immer für eine reguläre Simulation der aktuellen Wirtschaftslage in Kombination mit zwei Stresstests präsentiert: Der erste Stresstest simuliert einen unerwarteten Rückgang des BIP. Der zweite Stresstest geht von einer parallelen Aufwärtsschiebung der Zinskurve im Euroraum aus.

4.2 Fundamentale Problemereignisse und Folgeproblemereignisse

Das Netzwerkmodell generiert über die einzelnen Szenarien hinweg eine multivariate Verteilung von Problemereignissen. Die relative Häufigkeit dieser Ereignisse in den einzelnen Szenarien wird hier als Problemwahrscheinlichkeit interpretiert.

Diese Methode ermöglicht eine Unterteilung der Problemereignisse in solche, die direkt auf Schocks in den Risikofaktoren – also auf Verluste aus Markt- und Kreditrisiken – zurückzuführen sind (fundamentale Problemereignisse), sowie in solche, die die Folge eines Dominoeffekts – also der Ansteckung durch andere Banken im System – sind (Folgeproblemereignisse).

In Tabelle 1 sind sowohl für die aktuelle Situation als auch für die beiden Stressszenarien die Wahrscheinlichkeiten dieser Ereignisse zusammengefasst, wobei eine Unterteilung nach der Anzahl fundamentaler Problemereignisse vorgenommen wird. In der Spalte „Fundamental“ ist angegeben, in wieviel Prozent der Szenarien Bankprobleme fundamentaler Natur auftraten. Jene Szenarien, in denen zu diesen fundamentalen Problemen auch noch Folgeprobleme kamen, sind in der Spalte „Folge“ berücksichtigt.

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass es in der Basissimulation der aktuellen Situation kein Szenario gibt, bei dem insgesamt mehr als 5 fundamentale Problemereignisse auftreten. Keines der Szenarien mit bis zu fünf fundamentalen Problemereignissen lässt Folgeproblemereignisse erkennen. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Erkenntnissen von Elsinger et al. (2006a), die zeigen, dass solche Folgeprobleme bei einer auf historische

Tabelle 1

Wahrscheinlichkeiten von fundamentalen Problemereignissen und Folgeproblemereignissen¹

in %

	Aktuelle Situation		Stresstest BIP		Stresstest Zinsänderung	
	Fundamental	Folge	Fundamental	Folge	Fundamental	Folge
0	74,49	0,00	68,53	0,00	60,27	0,00
1 bis 5	25,51	0,00	31,27	0,00	39,73	0,00
6 bis 10	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
11 bis 20	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
21 bis 50	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
Mehr als 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	100,00	0,00	100,00	0,02	100,00	0,00

Quelle: OeNB.

¹ Fundamentale Problemereignisse sind auf Verluste zurückzuführen, die durch Marktrisiko und Kreditvergabe an Nichtbanken entstehen. Ein Folgeproblemereignis wird durch Schwierigkeiten einer anderen Bank ausgelöst, die ihre Verpflichtungen am Interbankenmarkt nicht erfüllen kann. Untersucht wird die Wahrscheinlichkeit des alleinigen Auftretens fundamentaler Problemereignisse sowie des Auftretens solcher Ereignisse gemeinsam mit Folgeproblemereignissen über einen Zeithorizont von einem Quartal. In der Spalte Aktuelle Situation ist das Ergebnis einer Simulation ohne Stress dargestellt. In der Spalte Stresstest BIP sind die Ergebnisse eines Stresstests dargestellt, bei dem ein unerwarteter Rückgang des BIP simuliert wurde. Die Spalte Stresstest Zinsänderung zeigt die Ergebnisse eines Stresstests, der von einem parallelen Anstieg der Zinskurve im Euroraum ausgeht. Die Daten stammen von Dezember 2005.

Daten kalibrierten Verteilung der Risikofaktoränderung seltene Ereignisse sind. In Stresssituationen ändert sich dieses Bild: Bei einem starken Rückgang des BIP kommt es zu fundamentalen Problemen bei bis zu 50 Banken. Auch eine gewisse Ansteckungsgefahr ist gegeben, sobald 21 bis 50 fundamentale Problemereignisse zu verzeichnen sind. Die Ergebnisse des Stresstests für eine starke Zinserhöhung zeigen andere Auswirkungen. Während die Simulationen keine Ansteckungseffekte erkennen lassen, nimmt die Anzahl der Szenarien, in denen mindestens eine und bis zu fünf Banken in Schwierigkeiten geraten, zu. Der Einsatz des SRM er-

möglicht dem Analysten, einen tieferen Einblick in die Mikrostruktur dieser Ergebnisse zu gewinnen und weitere Details zu jenen Kreditinstituten zu ermitteln, die von einem derartigen Stressszenario am stärksten betroffen sind.

4.3 Verteilung von Problemwahrscheinlichkeiten anhand der Master-Skala der OeNB

Um eine präzisere Vorstellung von der Risikoverteilung innerhalb des Bankensystems zu erhalten, bilden wir die Wahrscheinlichkeit von Problemfällen auf der Master-Skala der OeNB ab, die sieben Ratingklassen

Tabelle 2

Verteilung der Problemwahrscheinlichkeiten anhand der Master-Skala der OeNB¹

OeNB Master-Skala	Aktuelle Situation		Stresstest BIP		Stresstest Zinsänderung		
	S&P	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ	Absolut	Relativ
1 bis 2	AAA bis AA	800	94,67%	779	92,19%	791	93,61%
3 bis 4	A bis BBB	23	2,73%	35	4,14%	22	2,61%
5 bis 7	BB bis CCC	22	5,22%	31	7,46%	31	6,05%

Quelle: OeNB.

¹ Zugehörigkeit der Banken zu den einzelnen Ratingklassen der OeNB. Die Daten stammen von Dezember 2005.

umfasst. Die Verteilung der Ratings gemäß der hier durchgeführten Simulation ist in Tabelle 2 dargestellt.

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass in der Basissimulation für Ende des ersten Quartals 2006 rund 95 % der Banken mit dem Rating AAA oder AA rechnen können. Wendet man die beiden Stressszenarien an, so geht die Anzahl der am höchsten bewerteten Banken leicht zurück. Der größte stressbedingte Anstieg ist bei den niedrigeren Ratingklassen zu verzeichnen.

4.4 Aggregierte Verlustverteilungen

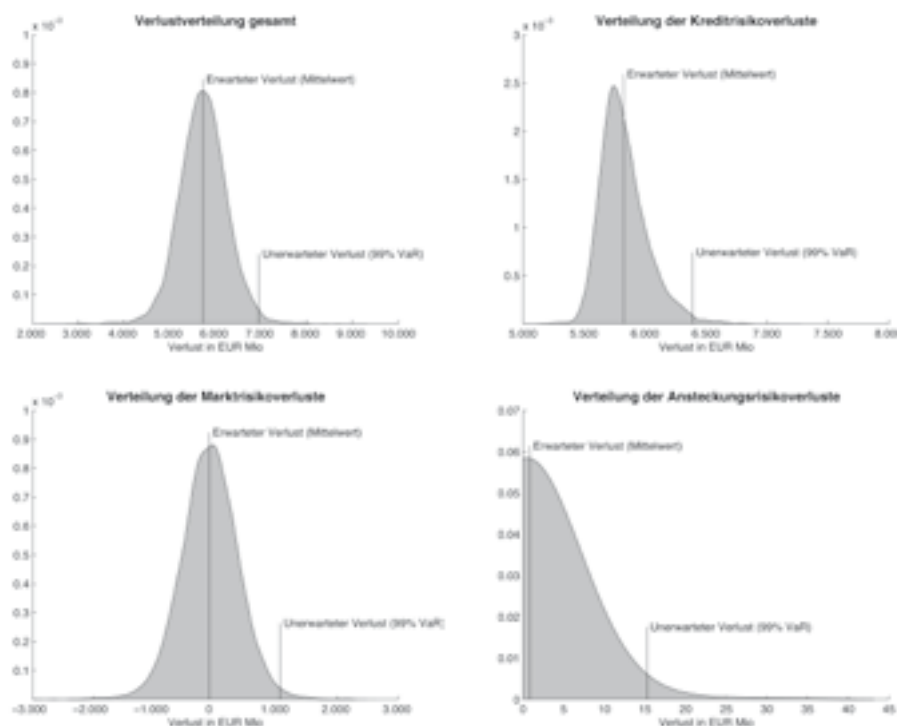
Betrachtet man statt der Insolvenzen die Verlustverteilung im Folgequartal, so lassen sich die durch Kredit-, Markt- und Ansteckungsrisiko sowie

die aus einer Kombination all dieser Risiken entstandenen Verluste ablesen. Im Gegensatz zu aus der Praxis des Risikomanagements bekannten Ergebnissen sind diese Verteilungen aus einer integrierten Analyse aller Portfoliopositionen und ihrer Wertveränderung aufgrund der Gesamtverteilung der Risikofaktoränderungen abgeleitet.

In Grafik 3 sind die vier Verlustverteilungen dargestellt, aus denen man – wie beim klassischen quantitativen Risikomanagement – ableiten kann, ob das Bankensystem über ausreichend Kapital zur Absorption extremer Verluste verfügt. Angaben zur Verlustverteilung vermitteln daher einen ersten Überblick über das Absorptionsvermögen des Bankensystems im Fall eines Schocks.

Grafik 3

Verlustverteilungen: Risiken insgesamt sowie Markt-, Kredit- und Ansteckungsrisiko¹



Quelle: OeNB.

¹ Dichte der Verlustverteilung im gesamten Bankensystem. Die Angaben beziehen sich auf das gesamte Portfolio und sind nach Markt-, Kredit- und Ansteckungsrisiko getrennt angeführt. Die Daten stammen von Dezember 2005.

Tabelle 3

**Mittelwert und 99-Prozent-Quantil der Verlustverteilung
relativ zum regulatorischen Eigenkapital¹**

in %	Insgesamt ²		Marktrisiko		Kreditrisiko ²		Ansteckungsrisiko	
	Mittelwert	99%-Quantil	Mittelwert	99%-Quantil	Mittelwert	99%-Quantil	Mittelwert	99%-Quantil
Relativer VaR								
Aktuelle Situation	1,56	4,04	-0,18	2,11	1,74	2,82	0,00	0,03
Stresstest BIP	1,68	7,42	-0,15	5,68	1,82	2,99	0,01	0,05
Stresstest Zinsänderung	3,87	6,23	2,11	4,34	1,75	2,87	0,01	0,04

Quelle: OeNB.

¹ Die Angaben beziehen sich auf Verluste insgesamt sowie auf Marktrisiko-, Kreditrisiko- und Ansteckungsrisikoverluste. Der relative VaR ist für die Basissimulation, für den Fall eines starken BIP-Rückgangs und für den Fall einer starken Zinserhöhung im Euroraum dargestellt. Die Daten stammen von Dezember 2005.

² Um die Risikotragfähigkeit im Hinblick auf die verschiedenen Risikokategorien darzustellen, wurde das Volumen der allgemeinen und spezifischen Vorsorgen für Kreditrisikoverluste per Ende 2005 vom Mittelwert und vom 99%-Quantil der Verteilung der Kreditverluste bzw. der Verluste insgesamt subtrahiert. Dieses Ergebnis wurde durch die Höhe des bankenaufsichtlichen Eigenkapitals dividiert.

Tabelle 4

Kosten für die Vermeidung von Problemereignissen¹

Quantil	Aktuelle Situation		Stresstest BIP		Stresstest Zinsänderung	
	95%	99%	95%	99%	95%	99%
Kosten	29,16	31,58	29,16	44,71	1,24	21,4

Quelle: OeNB.

¹ Die Angaben beziehen sich auf Schätzungen für das 95%- und 99%-Quantil der Kosten für einen Lender of Last Resort in den verschiedenen Szenarien. Die Beträge sind in Mio EUR angegeben. Die Daten stammen von Dezember 2005.

4.5 Veränderungen im systemweiten Value at Risk unter Stress

Nachfolgend wird die Verlustverteilung relativ zum bankenaufsichtlichen Eigenkapital analysiert; darauf aufbauend werden bestimmte Quantile dieser Verteilung ermittelt – in diesem Fall der Mittelwert und das 99-Prozent-Quantil (d. h. ein 99-Prozent-VaR). Untersucht werden die Maße für die unterschiedlichen Teilkategorien, nämlich Verluste insgesamt sowie Marktrisiko-, Kreditrisiko- und Ansteckungsrisikoverluste. Die Ergebnisse für den Basisfall und für die Stressszenarien sind in Tabelle 3 dargestellt.

Aus Tabelle 3 wird deutlich, dass das österreichische Bankensystem über eine sehr gute Kapitalausstattung verfügt, die selbst unter den in

den Stressszenarien simulierten Bedingungen zur Absorption potenzieller Verluste, die aufgrund von Risikofaktoränderungen entstehen, ausreicht.

4.6 Value at Risk für einen Lender of Last Resort

Ein für die Aufsichtsbehörde wesentlicher Aspekt unseres Modells besteht darin, dass sich damit die Kosten einer Krisenintervention schätzen lassen. Geschätzt werden dabei die Mittel, die zur Verfügung stehen müssten, um fundamentale Problemereignisse oder Folgeproblemereignisse auf unterschiedlichen Konfidenzniveaus zu vermeiden. Die Kosten, die entstehen, wenn Folgeproblemereignisse verhindert werden sollen, werden mit dem Betrag gleichgesetzt, der zur Vermeidung dieser Folgeproblem-

ereignisse erforderlich ist. Die Interbankenverbindlichkeiten sind also nicht vollständig abgesichert, sondern gerade so, um einen Dominoeffekt zu vermeiden.

Da es beim Basisszenario nur selten zu Problemereignissen kommt, sind die zur Vermeidung von Problemereignissen erforderlichen Beträge in den meisten Szenarien gering. Die Analyse zeigt, dass ein Lender of Last Resort im Dezember 2005 davon ausgehen konnte, dass selbst beim tatsächlichen Eintritt der simulierten Krisenszenarien die für eine Intervention zu mobilisierenden Beträge niedrig sind.

5 Schlussfolgerungen

Der Systemic Risk Monitor bietet ein neues System zur Risikobewertung des Bankensystems. Neu daran ist, dass das Risiko im Rahmen des SRM auf Ebene des gesamten Bankensystems und nicht nur auf Einzelbankenebene analysiert wird.

Diese Perspektive ergibt sich dadurch, dass eine systematische Analyse des Einflusses einer Reihe marktbezogener und makroökonomischer Risikofaktoren auf Banken in Kombination mit einem Netzwerkmodell gegenseitiger Kreditbeziehungen ermöglicht wird.

Die Modellierung der Verluste aus dem Kreditgeschäft mit Nichtbanken und der Marktrisikoverluste basiert auf Standardtechniken des quantitativen Risikomanagements. Diese Techniken mit einem Interbanken-Netzwerkmodell zu kombi-

nieren, ist neu und ermöglicht die Ermittlung der Gesamtgewinne und -verluste des Bankensystems. Die gleichzeitige Analyse von systemweiten Portfoliowerten für bestimmte Risikofaktoränderungen und die Auflösung bilateraler Forderungen über ein Netzwerk-Clearing-Modell erweitert die Standardtechniken des quantitativen Risikomanagements so, dass sie für eine Institution von Nutzen sind, die für die systemische Finanzmarktstabilität verantwortlich ist. Zwei Kernaspekte des systemischen Risikos werden dadurch ins Zentrum der Analyse gerückt: Die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Problemen bei Kreditinstituten und die finanziellen Konsequenzen. Aus dieser systemischen Perspektive wird ersichtlich, welchem Gesamtrisiko das Bankensystem ausgesetzt ist. Dieser Aspekt bleibt unberücksichtigt, wenn sich die Bankenaufsicht ausschließlich auf die Bewertung einzelner Kreditinstitute stützt. Wir unterscheiden dabei Problemereignisse, die direkt auf einen makroökonomischen Schock zurückzuführen sind, und solche, die durch die Geschäftsbeziehungen der Kreditinstitute auf dem Interbankenmarkt verursacht sind.

Es bleibt zu hoffen, dass der SRM sich als nützliches Instrument der bankenaufsichtlichen Risikoanalyse bewähren und somit auch für andere für die Wahrung und Sicherung der systemischen Finanzmarktstabilität verantwortlichen Institutionen von Interesse sein wird.

Literaturverzeichnis

- Bonti, Gabriel, Michael Kalkbrener, Christopher Lotz und Gerhard Stahl. 2005.** Credit Risk Concentration under Stress. Beitrag zur Konferenz „Concentration Risk in Credit Portfolios“. Deutsche Bundesbank. Journal of Credit Risk und Basler Ausschuss für Bankenaufsicht.
- Boss, Michael. 2002.** Ein makroökonomisches Kreditrisikomodell zur Durchführung von Krisentests für das österreichische Kreditportfolio. OeNB. Finanzmarktstabilitätsbericht 4. 68–88.
- Boss, Michael, Thomas Breuer, Helmut Elsinger, Martin Jandacka, Gerald Krenn, Alfred Lehar, Claus Pühr und Martin Summer. 2006.** Systemic Risk Monitor: A Model for Systemic Risk Analysis and Stress Testing of Banking Systems. Technischer Bericht. OeNB.
- Credit Suisse. 1997.** Credit Risk+. A Credit Risk Management Framework. Credit Suisse Financial Products.
- Elsinger, Helmut, Alfred Lehar und Martin Summer. 2006a.** Risk Assessment for Banking Systems, Management Science.
- Elsinger, Helmut, Alfred Lehar und Martin Summer. 2006b.** Using Market Information for Banking System Risk Assessment. International Journal of Central Banking.
- McNeil, Alexander, Rüdiger Frey und Paul Embrechts. 2005.** Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools. Princeton University Press.
- OeNB und FMA. 2005.** Die Analyselandschaft der österreichischen Bankenaufsicht – Austrian Banking Business Analysis. Technischer Bericht.